



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 100 58 469 C 1

51 Int. Cl. 7:  
G 01 J 3/42  
G 01 N 21/35  
G 01 N 21/61

21 Aktenzeichen: 100 58 469.1-42  
22 Anmeldetag: 24. 11. 2000  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 2. 5. 2002

DE 100 58 469 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

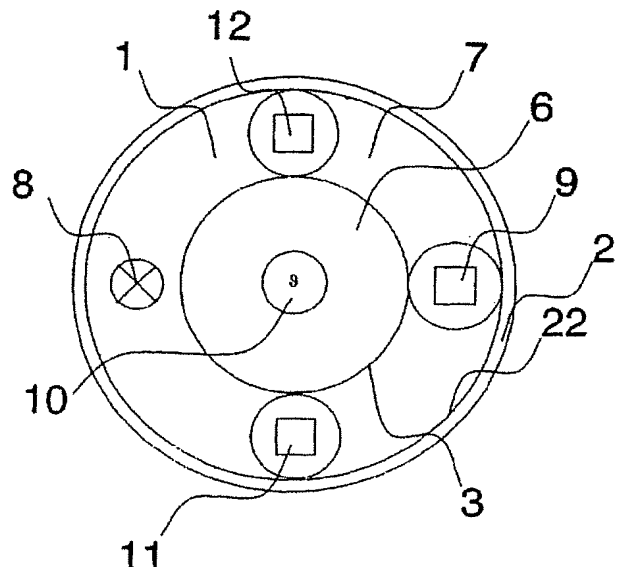
73 Patentinhaber:  
Dräger Safety AG & Co. KGaA, 23560 Lübeck, DE  
72 Erfinder:  
Clausen, Christoph, 23552 Lübeck, DE; Diekmann,  
Wilfried, Dr., 23566 Lübeck, DE; Wahlbrink, Günter,  
23619 Rehhorst, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE 197 42 053 C1  
DE 195 20 488 C1  
DE 42 19 312 C2  
DE 42 14 840 A1  
DE 28 05 972 A1  
DE 25 04 300 A1  
DE 22 11 835 A1  
FR 20 38 736 A  
US 55 02 308 A  
US 53 41 214 A  
US 53 40 986 A  
US 52 20 402 A  
US 28 78 388 A  
US 59 73 326  
EP 07 68 521 A1  
EP 06 47 845 A1

54 Optischer Gassensor

57 Der in kompakter Bauform und ohne bewegliche optische Elemente ausgeführte erfindungsgemäße optische Gassensor mit mindestens einer Strahlungsquelle (8), mindestens einem Messdetektor (9, 12) und einem Referenzdetektor (11) ist dadurch gekennzeichnet, dass  
a) die reflektierende Messgasküvette als Ringraum (1) zwischen einem ersten inneren Zylinderabschnitt (6) und einem dazu konzentrischen zweiten äußeren Zylinderabschnitt (2) ausgebildet ist, wobei  
b) der Ringraum (1) durch ein Deckelement (5) und ein im Abstand dazu angeordnetes Bodenelement (7) in längsaxialer Richtung begrenzt wird, wobei weiter  
c) das Deckelement (5) für das Messgas durchlässig ist und  
d) das Bodenelement (7) die Strahlungsquelle (8) aufnimmt.



DE 100 58 469 C 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen optischen Gassensor mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1

[0002] Mit derartigen Gassensoren, wie beispielsweise in der gattungsbildenden DE 195 20 488 C1 und in der US 5,973,326 offenbart, werden kompakte Gasanalysegeräte zur Verfügung gestellt, die geringe Fertigungskosten und eine robuste Bauweise ermöglichen, weil keine beweglichen optischen Bauelemente verwendet werden.

[0003] Aus der EP 0 647 845 A1 ist ein infrarotoptischer Gassensor mit konzentrisch angeordneten, reflektierenden Zylinderabschnitten bekannt geworden, womit der Messstrahl gezielt in die Messkammer gelenkt wird

[0004] Aus der FR 2,038,736 geht ebenfalls ein infrarotoptischer Gassensor hervor, wobei die Messkammer konzentrische innere und äußere Zylinderabschnitte aufweist

[0005] Schließlich beschreibt auch die US 2,878,388 einen optischen Gassensor mit zwei konzentrisch angeordneten teilreflektierenden Zylinderabschnitten, wobei die Messstrahlen von einer im inneren Zylinderabschnitt angeordneten Strahlungsquelle ausgesendet werden

[0006] Das bekannte Messprinzip der gattungsgemäßen Gassensoren beruht auf der konzentrationsabhängigen Absorption elektromagnetischer Strahlung, insbesondere im infraroten Wellenlängenbereich, durch das zu messende Gas, das Messgas. Das Messgas, zum Beispiel Kohlenwasserstoffe,  $\text{CO}_2$  und andere Spurengase, diffundiert im Allgemeinen durch eine Staubschutzmembran oder eine Flammensperre in Form eines Gewebes oder einer gasdurchlässigen Schicht eines gesinterten oder keramischen Materials in das Kuvettenvolumen der Messgaskuvette des Gassensors.

[0007] Die Messgaskuvette wird von der Strahlung mindestens einer, im Allgemeinen einen größeren Wellenlängenbereich überstrahlenden, breitbandigen Strahlungsquelle durchstrahlt, wobei als Strahlungsquelle in der Regel eine Glühlampe oder ein elektrisch geheiztes Glas- oder Keramikelement verwendet wird. Die von der mindestens einen elektromagnetischen Strahlungsquelle sich divergent ausbreitende Strahlung wird mit Hilfe optisch reflektierender Flächen gebündelt, um die Strahlungsintensität am Ort des Mess- und Referenzdetektors zu erhöhen. Durch die Bündelung der Strahlung wird das Signal-/Rauschverhältnis des Gassensors erhöht und somit die Messqualität verbessert. Die verwendeten Detektoren sind im Allgemeinen pyroelektrische Kristalle, Halbleiterelemente oder sogenannte Thermosäulen aus Thermoelementen, die die gemessene Strahlungsleistung in elektrische Signale umwandeln, welche in geeigneter Weise für die Bestimmung der zu messenden Gaskonzentration ausgewertet werden. Falls zwei oder mehr unterschiedliche Messgase mit einem Gassensor gemessen werden sollen, wird eine der Anzahl der unterschiedlichen Messgase entsprechende Anzahl von Messdetektoren verwendet, die jeweils für das jeweilige Messgas wellenlängenspezifisch empfindlich sind. Die Selektion des oder der Wellenlängenbereiche erfolgt mit Hilfe von Interferenzfiltern, die im Allgemeinen direkt mit den zugehörigen Detektoren verbunden oder kombiniert sind. Ein Wellenlängenbereich enthält die Wellenlänge einer Absorptionsbande des Messgases und wird vom zugehörigen Messdetektor erfasst, während der vom Referenzdetektor erfasste Wellenlängenbereich so gewählt ist, dass er durch die Absorption des Messgases nicht beeinflusst wird. Durch Quotientenbildung und geeignete Verrechnung der Messsignale wird die Messgaskonzentration bestimmt und der Einfluss von Alterungseffekten der Strahlungsquelle sowie der Einfluss möglicher Verschmutzungen im optischen Strahlenweg kompensiert.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht in der Bereit-

stellung eines gattungsgemäßen Gassensors, der eine sehr kompakte Bauweise ermöglicht bei verbesserter Messempfindlichkeit.

[0009] Die Lösung der Aufgabe erhält man mit den Merkmalen von Anspruch 1. Die abhängigen Ansprüche geben vorteilhafte Ausbildungen des Gassensors nach Anspruch 1 an.

[0010] Ein wesentlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Gassensors nach Anspruch 1 besteht in der rotationssymmetrischen Ausbildung der Messgaskuvette als Ringraum, wodurch einerseits aufgrund von Mehrfachreflektionen der bzw. die Strahlenwege zwischen der oder den Strahlungsquellen und den Detektoren im Mittel verlängert wird, und wodurch auch eine einfache Fertigung ohne aufwändige Justagen möglich ist.

[0011] Weiterhin ist vorteilhaft, dass das gasführende Volumen durch den ersten, inneren Zylinderabschnitt reduziert wird, so dass hierdurch eine kürzere Ansprechzeit des erfindungsgemäßen Gassensors erzielt wird.

[0012] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird mit Hilfe der Figuren erläutert. Es zeigen

[0013] Fig. 1 eine Ansicht des erfindungsgemäßen Gassensors mit abgehobenem Deckelement 5 und

[0014] Fig. 2 einen Querschnitt durch den Gassensor mit Sicht auf das Bodenelement 7.

[0015] Die Erfindung verzichtet auf einzelne optische Präzisionsbauteile, insbesondere auf bewegliche optische Bauteile, um einen robusten, kompakten und preiswerten optischen Gassensor bereitzustellen, welcher in einem Sensorgehäuse 4 angeordnet ist.

[0016] Die im Beispiel einzige Strahlungsquelle 8 ist ein an sich bekannter, breitbandiger Strahler mit einem zugeordneten Referenzdetektor 11 und mit einem ersten Messdetektor 9 für ein erstes Messgas und mit einem zweiten Messdetektor 12 für ein zweites Messgas, sowie gegebenenfalls mit weiteren Messdetektoren für weitere Messgase. Prinzipiell ist auch der Einsatz mehrerer Strahlungsquellen 8, in unterschiedlichen Abständen zu dem oder den Messdetektoren, speziell mit unterschiedlichen Modulationsfrequenzen, möglich.

[0017] Die Strahlenwege von der Strahlungsquelle 8 zu den Detektoren verlaufen innerhalb der als Ringraum 1 ausgebildeten Messgaskuvette, deren Wände reflektierend ausgebildet und insbesondere aus metallischen Materialien gefertigt sind.

[0018] Der Ringraum 1 wird begrenzt durch einen ersten, inneren Zylinderabschnitt 6 mit einer in Bezug auf den Ringraum 1 inneren reflektierenden Wandfläche 3 und einen dazu konzentrischen zweiten, äußeren Zylinderabschnitt 2 mit einer in Bezug auf den Ringraum 1 äußeren reflektierenden Wandfläche 22, sowie durch ein in Fig. 1 oberes reflektierendes Deckelement 5 und ein unteres reflektierendes Bodenelement 7, die im Wesentlichen parallel zueinander und senkrecht zur Mittellängsachse der Zylinderabschnitte 2, 6 verlaufen. Im Mittel lange Strahlenwege in der als Ringraum 1 ausgebildeten und als Lichtleiter dienenden reflektierenden Messgaskuvette werden durch die kreisringförmige Gestaltung erreicht, weil dadurch die Lichtausbreitung durch Vielfachreflektionen zwischen Deckelement 5, Bodenelement 7, erstem, innerem Zylinderabschnitt 6 und dem dazu konzentrischen zweiten, äußeren Zylinderabschnitt 2 erfolgt.

[0019] In einer speziellen Ausführung mit gutem Signal-/Rauschverhältnis sind die Strahlungsquelle 8 und der erste Messdetektor 9 in Bezug auf die Zylinderabschnitte 2, 6 über 180 Grad zueinander, das heißt in gegenüberliegenden Abschnitten des Ringraums 1, positioniert, und der Referenzdetektor 11 ist im Winkelabstand im Bereich von bis zu

90 Grad in Bezug auf den ersten Messdetektor 9 positioniert. Vorzugsweise ist der Referenzdetektor 11 möglichst nahe an dem ersten Messdetektor 9 lokalisiert, um möglichst gleiche Strahlungsintensitäten für eine gute Auswertung zu empfangen

[0020] Eine Umsetzung dieser speziellen Ausführung wurde zur Konzentrationsbestimmung von Methan mit charakteristischer, zugehöriger Messwellenlänge aufgebaut, wobei der Durchmesser des zweiten, äußeren Zylinderabschnitts 2 etwa 18 Millimeter und der des ersten, inneren Zylinderabschnitts 6 etwa 12 Millimeter aufwies sowie die Tiefe respektive Höhe des Ringraums 1 etwa 13 Millimeter betrug.

[0021] Optimal ist die Verwendung eines Mehrfachdetektors, der sowohl die Funktionen des oder der Messdetektoren als auch des Referenzdetektors mit zugehörigen Interferenzfiltern in einem kompakten Aufbau vereinigt

[0022] Im ersten, inneren Zylinderabschnitt 6 ist ein beispielsweise als Halbleiterelement ausgebildeter Temperaturfühler 10 angeordnet, so dass Temperaturänderungen durch Änderung der Umgebungsbedingungen erfasst und bei der Auswertung und Kompensation der Detektorsignale verrechnet werden.

[0023] Je nach Anzahl der für die unterschiedlichen zu messenden Gase verwendeten Messdetektoren können diese in Abhängigkeit von der Ausbildung der gewünschten Absorptionsstrecke entsprechend dem Strahlenweg im Ringraum 1 positioniert sein. Beispielsweise erfordert die Messung von Kohlenwasserstoffen im Allgemeinen eine längere Absorptionsstrecke entsprechend einem längeren Strahlenweg als die Messung von Kohlendioxid

[0024] In einer speziellen weiteren Ausführungsform der Erfindung sind die Strahlungsquelle 8 und einer oder mehrere Messdetektoren dicht nebeneinander angeordnet, jedoch wird der direkte Strahlenweg von der Strahlungsquelle 8 zu dem oder den Messdetektoren ausgeschlossen durch eine reflektierende Wand zwischen der Strahlungsquelle 8 und dem oder den Messdetektoren, wobei die Wand den Ringraum 1 für direkte Strahlenwege in umlaufender Richtung versperrt, so dass die Strahlung den längeren Weg umlaufend um den ersten, inneren Zylinderabschnitt 6 und entgegengesetzt zum direkten Weg nimmt

[0025] In einer weiteren speziellen Ausführungsform ist das in das Innere des Gassensors reflektierende und für das oder die Messgase durchlässige Deckelement 5 in ausgewählten Flächenbereichen nicht reflektierend ausgebildet. Dies hat zur Folge, dass Absorptionsstrecken und damit Strahlenwege ausgeschaltet werden können, die zu kurz sind und deshalb zur Signalverbesserung nicht beitragen, so dass die Messempfindlichkeit des Gassensors auf diese Weise verbessert wird. Die genannten, ausgewählten Flächenbereiche des Deckelements 5 können zum Beispiel durch Schwärzung der im Allgemeinen metallischen oder metallisierten Oberfläche erzeugt werden oder durch Vergrößerung der für den Eintritt des oder der Messgase vorgesehenen Öffnungen.

[0026] Die elektrischen Bauteile Strahlungsquelle 8 und Detektoren liegen vorzugsweise gegenüber der für den Gas-eintritt vorgesehenen Sensorseite, also im oder am Bodenelement 7, so dass die gemeinsame Signalführung Platz sparend beispielsweise zur Auswertung in einem tragbaren, kompakten Gasmessgerät einfach möglich ist

#### Patentansprüche

1. Optischer Gassensor mit mindestens einer Strahlungsquelle, einem Referenzdetektor und mit mindestens einem Messdetektor in einer reflektierenden

Messgasküvette, dadurch gekennzeichnet, dass

- a) die Messgasküvette als Ringraum (1) zwischen einem ersten, inneren Zylinderabschnitt (6) und einem dazu konzentrischen zweiten, äußeren Zylinderabschnitt (2) ausgebildet ist, wobei
- b) der Ringraum (1) durch ein Deckelement (5) und ein im Abstand dazu angeordnetes Bodenelement (7) in längsaxialer Richtung begrenzt wird, wobei weiter
- c) das Deckelement (5) für das Messgas durchlässig ist und
- d) das Bodenelement (7) die Strahlungsquelle (8) aufnimmt.

2. Optischer Gassensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Messdetektor (9, 12) und/oder der Referenzdetektor (11) im Bodenelement (7) angeordnet sind

3. Optischer Gassensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Deckelement (5) und das Bodenelement (7) im Wesentlichen parallel zueinander und senkrecht zur Mittellängsachse der Zylinderabschnitte (2, 6) verlaufen.

4. Optischer Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im ersten, inneren Zylinderabschnitt (6) ein Temperaturfühler (10) angeordnet ist

5. Optischer Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (8) und einer der Messdetektoren (9, 12) in gegenüberliegenden Abschnitten des Ringraums (1) angeordnet sind.

6. Optischer Gassensor nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Strahlungsquelle (8) und der mindestens eine Messdetektor (9, 12) dicht nebeneinander mit einer zwischen-geschalteten, reflektierenden, den Ringraum (1) in umlaufender Richtung versperrenden Wand angeordnet sind, so dass direkte Strahlenwege von der Strahlungsquelle (8) zu dem mindestens einen Messdetektor (9, 12) in umlaufender Richtung im Ringraum (1) versperrt sind und die Strahlung ihren Weg umlaufend entgegengesetzt zum direkten Weg um den ersten, inneren Zylinderabschnitt (6) nimmt

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

-L e e r s - e i t e

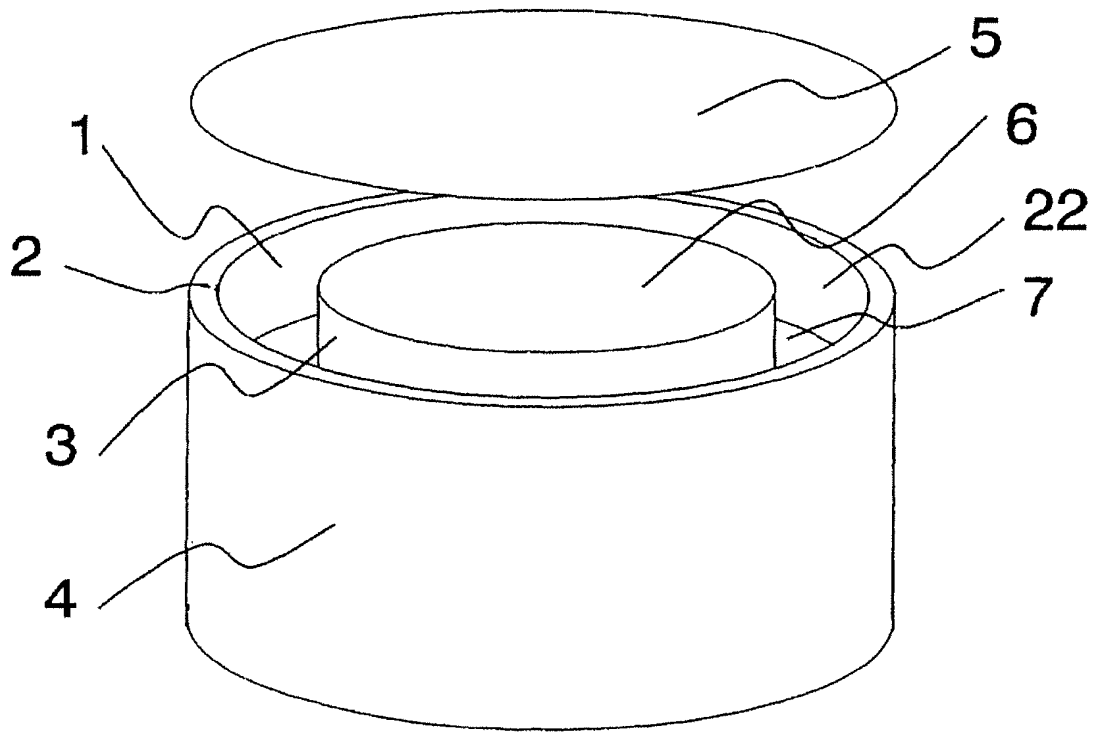


Fig. 1

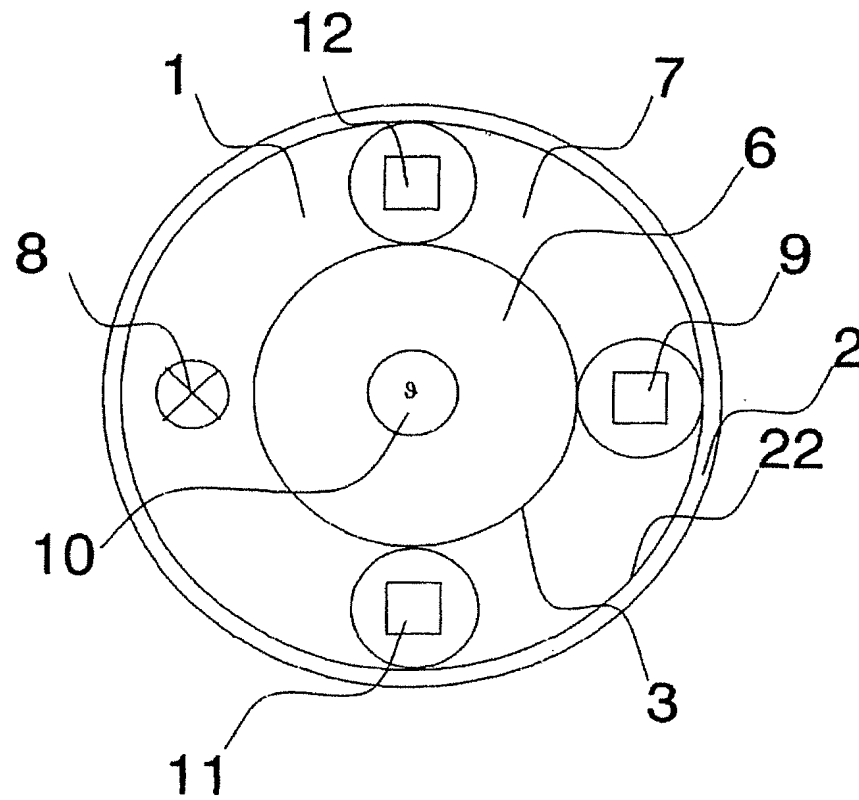


Fig. 2